

---

## EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Publication Number: 2001-200715 (JP 2001200715 A), July 27, 2001

**Inventors:**

NAKATANI KOICHIRO  
TANAKA TOSHIAKI  
ITO KAZUHIRO

**Applicants**

TOYOTA MOTOR CORP

Application Number: 2000-010387 (JP 200010387), January 17, 2000

**International Class:**

F01N-003/02  
F02D-021/08  
F02D-041/04  
F02D-043/00  
F02D-045/00

**Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable ignition of particulates for combustion, caught even in the low-temperature combustion conditions. SOLUTION: A particulate filter 10 is arranged in an exhaust passage 6 of a diesel engine body. The particulate filter 10 carries NOx absorbent 26. In the case of operation in the low-temperature combustion condition where the particulate are accumulated, an additive, including the alkali metal element and alkali earth metal element, is supplied from an additive supplying device 12, so that the particulates caught by the particulate filter can be made to burn even at low-temperature conditions. COPYRIGHT: (C)2001,JPO

APIO

© 2002 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 6973144

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-200715

(P2001-200715A)

(43)公開日 平成13年7月27日 (2001.7.27)

(51)Int.Cl.  
F 01 N 3/02

識別記号  
3 2 1

F I  
F 01 N 3/02

マーク\*(参考)  
3 2 1 B 3 G 0 8 4

F 02 D 21/08  
41/04

3 0 1  
3 5 5

F 02 D 21/08  
41/04

3 2 1 H 3 G 0 9 0  
3 2 1 K 3 G 0 9 2  
3 0 1 H 3 G 3 0 1  
3 5 5

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全13頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-10387(P2000-10387)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(22)出願日 平成12年1月17日 (2000.1.17)

(72)発明者 中谷 好一郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 田中 俊明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外3名)

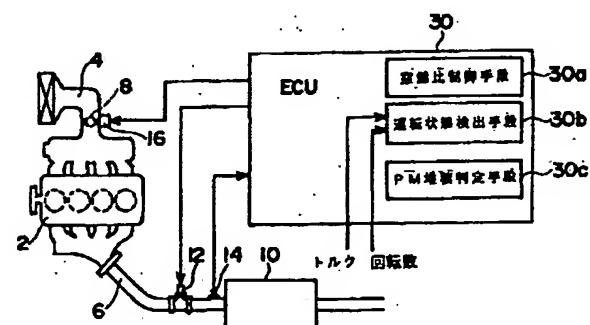
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【課題】 低温燃焼状態でも捕集されたパティキュレートを着火燃焼できるようにする。

【解決手段】 ディーゼル機関本体2の排気通路6にパティキュレートフィルタ10が配置される。パティキュレートフィルタ10にはNOx吸収剤26が担持される。パティキュレートが堆積するような低温燃焼運転時に、アルカリ金属元素やアルカリ土類金属元素を含む添加剤を添加剤供給装置12から供給することで、低温状態でもパティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートを燃焼可能とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路に、酸化機能を有する触媒を担持し排気ガス中のパティキュレートを捕集するパティキュレートフィルタを配置するとともに、アルカリ金属元素あるいはアルカリ土類金属元素を含む添加剤を前記パティキュレートフィルタの上流側に添加する添加剤供給装置を備えたことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記添加剤供給装置は、前記パティキュレートフィルタにパティキュレートが堆積する場合か否かを判定するパティキュレート堆積判定手段を備え、このパティキュレート堆積判定手段によりパティキュレートが堆積する場合であると判断したとき、前記添加剤を添加することを特徴とする請求項1記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 前記パティキュレート堆積判定手段は、パティキュレートフィルタの上流側の排気ガス圧とパティキュレートフィルタの下流側排気ガス圧との差圧を検出する差圧検出手段を備え、この差圧検出手段により検出された差圧値が所定値より大きいときにパティキュレートが堆積する場合であると判定することを特徴とする請求項2記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】 前記パティキュレート堆積判定手段は、内燃機関の運転により発生する熱の温度を検出する温度センサと、この温度センサから検出された温度から排気ガス中で燃焼するスマート燃焼量を算出するスマート燃焼量算定手段と、パティキュレートフィルタの上流側の排気通路中におけるスマート排出量を検出するスマートセンサとを備え、スマート燃焼量算定手段により算出されたスマート燃焼量とスマートセンサで検出したスマート排出量とを比較して、スマート燃焼量よりスマート排出量が多いときにパティキュレートが堆積する場合であると判定することを特徴とする請求項2記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項5】 前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、排気ガスの空燃比を制御する空燃比制御手段とを備え、運転状態検出手段により内燃機関が中負荷運転中であると判断されたとき、前記添加剤供給装置により添加剤を添加し、内燃機関が低負荷運転中であると判断されたとき、前記空燃比制御手段により排気ガスの空燃比をリッチにするリッチスパイク制御を行うことを特徴とする請求項1記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項6】 前記添加剤供給装置は、内燃機関の燃焼後期に添加剤を添加することを特徴とする請求項1記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項7】 前記添加剤供給装置は、添加剤をシリンダ内に直接供給することを特徴とする請求項6記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項8】 前記添加剤供給装置は、パティキュレート

堆積判定手段によりパティキュレートが堆積する場合であると判断したとき、内燃機関に噴射される燃料中に添加剤を添加することを特徴とする請求項2記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項9】 前記添加剤供給装置は、内燃機関の吸気管内に添加剤を添加することを特徴とする請求項1記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項10】 内燃機関が、燃焼室の不活性ガス量を増大していくと煤の発生量が次第に増大してピークに達し、燃焼室の不活性ガス量を更に増大していくと燃焼室における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温が煤の生成温度よりも低くなつて煤がほとんど発生しなくなる低温燃焼状態となる内燃機関であることを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項11】 排気ガスの空燃比を制御する空燃比制御手段を備え、低温燃焼時の低排気温度時には、前記空燃比制御手段により排気ガスの空燃比をリッチにするリッチスパイク制御を行い、それよりも高い排気温度時には、前記添加剤供給装置により添加剤を添加することを特徴とする請求項10記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項12】 燃焼室から排出された排気ガスを機関吸気通路内に再循環させる再循環装置を備え、前記不活性ガスが再循環排気ガスからなる請求項10または11記載の内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内燃機関の排気浄化装置に關し、例えば、ディーゼルエンジンなどの内燃機関の排気中の微粒子の捕集を行う排気浄化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】この種の排気浄化装置として、例えば特開平6-159037号公報には、流入排気の空燃比がリーンのときにNO<sub>x</sub>を吸収し流入排気の酸素濃度が低下したときに吸収したNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>吸収剤をディーゼルエンジンの排気通路に配置して排気中のNO<sub>x</sub>を吸収させ、その後前記NO<sub>x</sub>吸収剤に還元剤を供給して吸収したNO<sub>x</sub>を前記NO<sub>x</sub>吸収剤から放出するとともに放出されたNO<sub>x</sub>を還元浄化する排気浄化装置において、前記NO<sub>x</sub>吸収剤と排気中の微粒子を捕集するパティキュレートフィルタとを相互に熱伝達可能な位置に配置し、前記NO<sub>x</sub>吸収剤に還元剤を供給して前記NO<sub>x</sub>の放出と還元浄化を行った後に前記パティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートを燃焼させないようにしたことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置が開示されている。

【0003】この装置では、NO<sub>x</sub>吸収剤に還元剤が供給されるとNO<sub>x</sub>吸収剤上で還元剤が燃焼してNO<sub>x</sub>吸収剤の周囲酸素濃度が低下するため、NO<sub>x</sub>吸収剤

からNO<sub>x</sub>が放出され、還元剤により還元浄化される。このとき、NO<sub>x</sub>吸収剤は還元剤の燃焼により温度が上昇する。パティキュレートフィルタはNO<sub>x</sub>吸収剤と相互に熱伝達可能な位置に配置されているため、パティキュレートフィルタはNO<sub>x</sub>吸収剤の熱を受けて温度が上昇する。このため、パティキュレートフィルタの再生を行なう際にはパティキュレートフィルタが充分な高温になっており、外部から多大なエネルギーを供給することなく容易にパティキュレートの着火燃焼が行われる。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような装置では、排気温度が低く、かつ、パティキュレートフィルタが低温のとき、捕集されたパティキュレートの燃焼が促進されない。

【0005】そこで、排気通路に排気弁を設け、排気を絞って排気ガス圧を上げることで排気ガス温度を上昇させることができると考えられるが、排気弁を設けることは熱的に難しい。

【0006】本発明は、上記問題に鑑み、排気温度が低温状態であっても、パティキュレートフィルタの再生を容易に行えるようにすることを課題とする。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記課題を解決するため、以下の手段を採用した。すなわち、本発明は、内燃機関の排気浄化装置において、内燃機関の排気通路に、酸化機能を有する触媒を担持し排気ガス中のパティキュレートを捕集するパティキュレートフィルタを配置するとともに、アルカリ金属元素あるいはアルカリ土類金属元素を含む添加剤を前記パティキュレートフィルタの上流側に添加する添加剤供給装置を備えている。

【0008】パティキュレートフィルタは酸化機能を有する触媒を担持している。酸化機能を有する触媒としては、例えば酸化触媒あるいは三元触媒であり、これらが多孔質セラミック上に担持されている。

【0009】添加剤供給装置は、アルカリ金属元素あるいはアルカリ土類金属元素を含む添加剤を前記パティキュレートフィルタの上流側に添加する。アルカリ金属元素とは、リチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム、フランシウムである。

【0010】アルカリ土類金属元素とは、ベリリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、及びラジウムなどである。これらは、パティキュレートを構成する煤（炭素）と排気ガス中の酸素と結合し、例えば、カリウムは炭酸カリウムとなって排出される。しかも、この酸化反応は、低温状態で可能であるため、パティキュレートの燃焼が低排気温度状態で可能となる。

【0011】ここで、前記添加剤供給装置は、前記パティキュレートフィルタにパティキュレートが堆積する場合か否かを判定するパティキュレート堆積判定手段を備

え、この堆積判定手段によりパティキュレートが堆積する場合であると判断したとき、前記添加剤を添加するようになるとよい。

【0012】前記パティキュレート堆積判定手段は、例えば、パティキュレートフィルタの上流側の排気ガス圧とパティキュレートフィルタの下流側排気ガス圧との差圧を検出する差圧検出手段を備え、この差圧検出手段により検出された差圧値が所定値より大きいとき、パティキュレートが堆積する場合であると判定する。

【0013】前記パティキュレート堆積判定手段の他の例としては、例えば、内燃機関の運転により発生する熱の温度、例えば排気ガス温度を検出する温度センサと、この温度センサから検出された温度から排気ガス中で燃焼するスモーク燃焼量を算出するスモーク燃焼量算定手段と、パティキュレートフィルタの上流側の排気通路中におけるスモーク排出量を検出するスモークセンサとを備え、スモーク燃焼量算定手段により算出されたスモーク燃焼量とスモークセンサで検出したスモーク排出量とを比較して、スモーク燃焼量よりスモーク排出量が多いときにパティキュレートが堆積する場合であると判定する。

【0014】さらに、内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段を備えるとともに、排気ガスの空燃比を制御する空燃比制御手段を備え、運転状態検出手段により検出した内燃機関の運転状態に応じて、再生処理の手法を変えるようにしてもよい。

【0015】例えば、運転状態検出手段により内燃機関が中負荷運転中であると判断されたとき、前記添加剤供給装置により添加剤を添加し、内燃機関が低負荷運転中であると判断されたとき、前記空燃比制御手段により排気ガスの空燃比をリッチにするリッチスパイク制御を行うようとする。排気ガスの空燃比制御は、燃焼室内に噴射される燃料噴射の噴射量の増減、あるいは、排気通路への燃料の噴射により行う。

【0016】前記添加剤供給装置は、内燃機関の燃焼後期（膨胀行程後半）に添加剤を添加するようしたり、あるいは、内燃機関の燃料中に添加剤を添加するようする。

【0017】内燃機関の燃焼後期（膨胀行程後半）に添加剤を添加する趣旨は、排気ガス中に添加剤が混合されて排気通路からパティキュレートフィルタに供給されるようになるためである。この場合、添加剤をシリンダ内に直接供給する添加剤供給装置を設けることが好ましい。添加剤をシリンダ内に直接供給すると、燃焼ガス中のパティキュレートの発生を押さえることができる。

【0018】また、パティキュレート堆積判定手段によりパティキュレートが堆積する場合であると判断したとき、内燃機関に噴射される燃料中に添加剤を添加すると、パティキュレートの酸化性が向上するので、内燃機関から排出されるパティキュレートの量が減少する。同

時にパティキュレートフィルタでのパティキュレート燃焼性も向上するので、パティキュレートフィルタの圧損上昇を抑制できる。

【0019】前記添加剤供給装置は、添加剤をパティキュレートフィルタの上流側の排気通路に添加剤を添加することに限らず、内燃機関の吸気管内に添加剤を添加するようにしてもよい。

【0020】吸気管内に添加剤を添加すると結果として燃料中に添加剤を添加したのと同様となり、発生するパティキュレートの酸化性が向上するので、内燃機関から排出されるパティキュレートの量が減少する。また、パティキュレートフィルタでのパティキュレート燃焼性も向上するので、パティキュレートフィルタの圧損上昇を抑制できる。

【0021】本発明は、燃焼室内の不活性ガス量を増大していくと煤の発生量が次第に増大してピークに達し、燃焼室内の不活性ガス量を更に増大していくと燃焼室内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温が煤の生成温度よりも低くなっているが、ほとんど発生しなくなる低温燃焼状態となる内燃機関に適用すると好適である。

【0022】このような内燃機関において、排気ガスの空燃比を制御する空燃比制御手段を備え、低温燃焼時の低排気温度時には、前記空燃比制御手段により排気ガスの空燃比をリッチにするリッチスパイク制御を行い、それよりも高い排気温度時には、前記添加剤供給装置により添加剤を添加する。

【0023】内燃機関の燃焼室内の不活性ガス量を増大していくと煤の発生量が次第に増大してピークに達し、燃焼室内の不活性ガス量を更に増大していくと燃焼室内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温が煤の生成温度よりも低くなっているが、ほとんど発生しなくなる。この状態を低温燃焼状態というが、このようにするために、内燃機関の燃焼室から排出された排気ガスを機関吸気通路内に再循環させる再循環装置を備えるとよい。この場合、前記不活性ガスが再循環排気ガスからなる。以上の各構成は、可能なかぎり組み合わせることができるもの。

【0024】

【発明の実施の形態】<実施例1>図1に本発明の第1の実施例を示す。図1において、2はディーゼルエンジン、4は吸気通路、6は排気通路を夫々示す。吸気通路4内には吸気絞り弁8が設けられ、排気通路6には、酸化機能を有する触媒、例えば三元触媒としてのNO<sub>x</sub>吸収剤を担持したパティキュレートフィルタ10が配置されている。この吸気絞り弁8は通常時は全開とされており、後述のようにNO<sub>x</sub>吸収剤の再生を行う際に閉弁され、内燃機関2の吸入空気量を絞りNO<sub>x</sub>吸収剤に流入する排気流量を低減する。図に16で示すのは吸気絞り弁8を駆動するソレノイド、負圧アクチュエータ等の適宜な形式のアクチュエータである。

【0025】排気通路6の途中には、パティキュレートフィルタ10上流側に排気通路6に添加剤を供給するための添加剤供給装置12が設けられている。本例では添加剤として、リチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム、フランシウムなどのアルカリ金属元素や、ベリリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、及びラジウムなどのアルカリ土類金属元素を有機溶剤に溶解した溶液を用いる。添加剤供給装置12は添加剤を排気通路6内に霧状に噴射するノズルを備えている。

【0026】パティキュレートフィルタ10と添加剤供給装置12との間の排気通路6には排気温センサ14が配置され、この排気温センサ14の検出信号は電子制御ユニット(ECU)30に入力される。ECU30は、CPU(中央演算装置)、RAM(ランダムアクセスメモリ)、ROM(リードオンリメモリ)、入出力ポートを双方向バスで接続した公知の形式のデジタルコンピュータからなり、燃料噴射量制御等の内燃機関の基本制御を行う他、本例ではNO<sub>x</sub>吸収剤の再生、パティキュレートの燃焼等の制御をも行っている。

【0027】これらの制御のため、ECU30は、吸気絞り弁8を駆動するアクチュエータ16、添加剤供給装置12および還元剤供給装置12bを制御して、吸気絞り弁8の開閉、添加剤供給装置12からの添加剤供給の調節と還元剤供給装置12bからの還元剤供給の調節を行う。

【0028】電子制御ユニット(ECU)30は、空燃比制御手段30aとしても機能し、NO<sub>x</sub>吸収剤の再生処理のため、燃料噴射弁からの燃料噴射量を制御して、空燃比をリッチにして排気ガス温度を高くするリッチスパイク制御を行う。

【0029】また、ECU30は、機関回転数やトルク、機関の温度等を検出して運転状態を判断する運転状態検出手段30bとしても機能する。運転状態検出手段30bでの検出結果に従って、各種の制御が行われる。

【0030】図2にはパティキュレートフィルタ10の拡大断面図を示す。図2を参照すると、パティキュレートフィルタ10は多孔質セラミックから成り、排気ガスは矢印で示されるように図中左から右に向かって流れ、パティキュレートフィルタ10内には、上流側に栓18が施された第1通路22と下流側に栓20が施された第2通路24とが交互に配置されハニカム状をなしている。排気ガスが図中左から右に向かって流れると、排気ガスは第2通路24から多孔質セラミックの流路壁面を通過して第1通路22に流入し、下流側に流れる。このとき、排気ガス中のパティキュレートは多孔質セラミックによって捕集され、パティキュレートの大気への放出を防止する。

【0031】第1および第2通路22および24の壁面にはNO<sub>x</sub>吸収剤26が担持されている。NO<sub>x</sub>吸収

剤26は、例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Ptのような貴金属とから成る。NO<sub>x</sub> 吸収剤26は流入排気ガスの空燃比がリーンのときにはNO<sub>x</sub> を吸収し、流入排気ガス中の酸素濃度が低下すると吸収したNO<sub>x</sub> を放出するNO<sub>x</sub> の吸放出作用を行う。

【0032】上述のNO<sub>x</sub> 吸収剤26を機関排気通路内に配置すればこのNO<sub>x</sub> 吸収剤26は実際にNO<sub>x</sub> の吸放出作用を行うがこの吸放出作用の詳細なメカニズムについては明らかでない部分もある。しかしながらこの吸放出作用は図3に示すようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについて白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとって説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。

【0033】即ち、流入排気ガスがかなりリーンになると流入排気ガス中の酸素濃度が大巾に増大し、図3(A)に示されるようにこれら酸素O<sub>2</sub> がO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>の形で白金Ptの表面に付着する。一方、流入排気ガスに含まれるNOは、白金Ptの表面上でO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>と反応し、NO<sub>2</sub>となる(2NO+O<sub>2</sub>→2NO<sub>2</sub>)。

【0034】次いで生成されたNO<sub>2</sub>の一部は白金Pt上で更に酸化されつつNO<sub>x</sub> 吸収剤26内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら、図3(A)に示されるように硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の形でNO<sub>x</sub> 吸収剤26内に拡散する。このようにしてNO<sub>x</sub> がNO<sub>x</sub> 吸収剤26内に吸収される。

【0035】流入排気ガス中の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面でNO<sub>2</sub>が生成され、NO<sub>x</sub> 吸収剤26のNO<sub>x</sub> 吸収能力が飽和しない限りNO<sub>2</sub>がNO<sub>x</sub> 吸収剤26内に吸収されて硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が生成される。これに対して流入排気ガス中の酸素濃度が低下してNO<sub>2</sub>の生成量が低下すると反応が逆方向(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>→NO<sub>2</sub>)に進み、斯くしてNO<sub>x</sub> 吸収剤26内の硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>がNO<sub>2</sub>の形で吸収剤から放出される。即ち、流入排気ガス中の酸素濃度が低下するとNO<sub>x</sub> 吸収剤26からNO<sub>x</sub> が放出されることになる。流入排気ガスのリーンの度合いが低くなれば流入排気ガス中の酸素濃度が低下し、従って流入排気ガスのリーンの度合いを低くすればNO<sub>x</sub> 吸収剤26からNO<sub>x</sub> が放出されることになる。

【0036】一方、このとき流入排気ガスの空燃比をリッチにすると、HC、COは白金Pt上の酸素O<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>と反応して酸化せしめられる。また、流入排気ガスの空燃比をリッチにすると流入排気ガス中の酸素濃度が極度に低下するためNO<sub>x</sub> 吸収剤26からNO<sub>2</sub>が放出され、このNO<sub>2</sub>は図3(B)に示されるように未燃

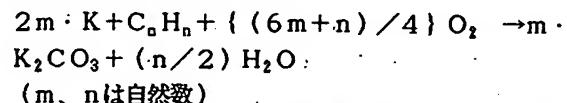
HC、COと反応して還元浄化せしめられる。このようにして白金Ptの表面上にNO<sub>2</sub>が存在しなくなるとNO<sub>x</sub> 吸収剤26から次から次へとNO<sub>2</sub>が放出される。従って流入排気ガスの空燃比をリッチにすると短時間のうちにNO<sub>x</sub> 吸収剤26からNO<sub>x</sub>が放出されて還元浄化されることになる。本例ではディーゼルエンジンが使用されているため通常運転時の排気空燃比はリーンであり、NO<sub>x</sub> 吸収剤26は排気中のNO<sub>x</sub>を吸収する。また、燃焼室内への燃料噴射をしたり、パティキュレートフィルタ10上流側の排気通路6に還元剤として燃料が供給されるとパティキュレートフィルタ10を通過する排気ガスの空燃比はリッチになり、NO<sub>x</sub> 吸収剤26からの上記NO<sub>x</sub>の放出と還元が行われる。この制御をリッチスパイク制御という。また、供給する還元剤はディーゼルエンジン2の燃料が使用される。本例で、リッチスパイク制御は、空燃比制御手段30aにより、燃焼室内への燃料噴射により行うこととしている。なお、ここでいう排気の空燃比とはNO<sub>x</sub> 吸収剤26上流側の排気通路6とエンジン燃焼室または吸気通路に供給された空気と燃料との比率をいうものとする。従って排気通路6に空気や還元剤が供給されていないときには排気空燃比は内燃機関の運転空燃比(エンジン燃焼室の燃焼空燃比)に等しくなる。次に図4を参照しつつ本例の動作について説明する。図4はNO<sub>x</sub> 吸収剤26の再生とパティキュレートフィルタ10に捕集されたパティキュレートの燃焼の制御ルーチンを示すフローチャートである。

【0037】この制御のために、ECU30上に、パティキュレート堆積判定手段30cが実現されており、また、ECU30のROM(リードオンリーメモリ)には、パティキュラーマターがパティキュレートフィルタ10に堆積する運転条件が、図5に示すように、エンジン回転数とエンジン負荷(トルク)との関係においてマップの形で記憶されている。

【0038】ECU30上に実現されるパティキュレート堆積判定手段30cは、このROMに記憶されたマップを参照してパティキュレート堆積判定を行う。このマップから明かのように、エンジン回転数とエンジン負荷(トルク)との関係において、パティキュラーマターがパティキュレートフィルタ10に堆積する領域と、パティキュレートの連続燃焼が可能な領域と、リッチスパイクによりNO<sub>x</sub> 吸収剤の再生が可能な領域とが存在する。このような領域は内燃機関の運転上の経験則から見い出される。

【0039】図4に示したルーチンはECU30により一定時間毎の割込みによって実行される。まず、ステップ10で、ECU30に入力されたエンジン回転数とトルクから、マップを参照して、パティキュレートがパティキュレートフィルタ10に堆積する領域であるかを判定し、その領域にあるときは、ステップ20に進み添加

剤供給装置12から、添加剤を噴射する。また、同時に吸気絞り弁8が開弁される。これによって多量の空気がバティキュレートフィルタ10内に流入する。よって、バティキュレートフィルタ10に捕集されたバティキュレートに着火される。なお、図示していないが、バティキュレートフィルタ10上流側に電気ヒータ等の補助的加熱手段を設け、バティキュレートフィルタ10を加熱するようすればバティキュレートの着火が促進される。ここでは、例えば、添加剤として供された例えはカリウムKが、バティキュレートを構成するHC及び供給された酸素O<sub>2</sub>と結合し、下記の式のごとく炭酸カリウムとなって排出される。



アルカリ金属やアルカリ土類金属を添加すると、通常の燃焼温度より低い温度でバティキュレートを燃焼できる。換言すれば、低排気温度のときでもバティキュレートの燃焼が可能であるということである。逆に言えば、排気低温時にバティキュレートが堆積しやすいので、添加剤の添加が有効なものであるといえる。バティキュラーマターがバティキュレートフィルタ10に堆積する領域でない場合、その場合より高負荷運転か低負荷運転の場合であるが、ステップ30へと進む。ステップ30では、リッチスパイクによりNO<sub>x</sub>吸収剤の再生が可能な領域であるかどうかが判定される。

【0040】ステップ30で、リッチスパイクによりNO<sub>x</sub>吸収剤の再生が可能な領域であると判定された場合は、NO<sub>x</sub>吸収剤再生開始条件が備わっていることを前提としてリッチスパイク制御を行う。NO<sub>x</sub>吸収剤再生開始条件は、例えば、減速時であり、NO<sub>x</sub>吸収剤26が活性化温度以上であり、かつ前回再生を実行してから所定時間以上経過していること等である。これらは運転状態検出手段30bの判断による。

【0041】NO<sub>x</sub>吸収剤再生開始条件が成立していないと判定された場合には、リッチスパイク制御は行わずに処理を終了する。NO<sub>x</sub>吸収剤再生開始条件が成立した場合であれば、ステップ40でリッチスパイク制御を行う。ここでは、吸気絞り弁8が閉弁される。これによってバティキュレートフィルタ10に流入する空気量が減少される。次いで、内燃機関の燃焼室での燃料噴射量を増加して、排気空燃比をリッチにする。あるいは、別途設けた還元剤供給装置から還元剤として燃料を排気通路に噴射する。その燃料はNO<sub>x</sub>吸収剤26の触媒作用によって燃焼し排気ガス中の酸素が消費される。

【0042】このため、バティキュレートフィルタ10内の排気ガス中の酸素濃度が極度に低下して排気ガスの空燃比はリッチとなる。これによって、前述のように、NO<sub>x</sub>吸収剤26からNO<sub>x</sub>が放出され、この放出さ

れたNO<sub>x</sub>は還元浄化されることとなる。なお、リッチスパイク制御により排気温度が上昇するので、バティキュレートが燃焼し、バティキュレートフィルタが再生される。

【0043】なお、上記したように、リッチスパイク制御のため、燃料噴射量を制御する代わりに、バティキュレートフィルタ10上流側の排気通路6にNO<sub>x</sub>吸収剤の再生のために使用される還元剤を供給するための還元剤供給装置を別途設ける場合、還元剤としては、排気中で炭化水素や一酸化炭素等の還元成分を発生するものであれば良く、水素、一酸化炭素等の気体、プロパン、プロピレン、ブタン等の液体又は気体の炭化水素、ガソリン、軽油、灯油等の液体燃料等が使用できるが、貯蔵、補給等の際の煩雑さを避けるためディーゼルエンジン2の燃料である軽油を還元剤として使用するのが好的である。

【0044】以上説明したように、バティキュレート堆積領域、すなわち、中負荷運転時には添加剤の添加でバティキュレートの燃焼が可能なり、それよりも低負荷の領域ではリッチスパイク制御によりNO<sub>x</sub>吸収剤の再生と同時に、バティキュレートの燃焼が可能となり、運転状態に応じた適切なバティキュレートフィルターの再生処理を行うことができる。

【0045】<実施例2>次に図6を用いて本発明の第2の実施例について説明する。ここでは、バティキュラーマターがバティキュレートフィルタ10に堆積する領域であるかを判定するバティキュレート堆積判定手段30cがECU30上に実現され、バティキュレートフィルタ10の上流側と下流側に圧力センサ10a、10bをそれぞれ設け、両者の差圧を差圧計10cで計測し、差圧計10cにより検出された差圧値が所定値より大きいと判断されたときにバティキュレートが堆積する場合であると判定する。

【0046】すなわち、バティキュレートフィルタ10の上流側と下流側に設けた圧力センサ10a、10b、差圧計10cを備えた差圧検出手段30dがECU30上に実現されている。なお、12aは、添加剤供給装置を構成する噴射弁であり、12bは添加剤を圧送するポンプである。他の構成は、実施例1と同様であるため、その説明を省略する。なお、バティキュレートフィルタ10の上流側のみに圧力センサを設け、その計測値が所定以上になったとき、バティキュレートが堆積する場合であると判定してもよい。バティキュレートフィルタ10にバティキュレートが堆積すると、上流側の背圧が上昇するからである。

【0047】<実施例3>図7で示したように、ここでは、バティキュラーマターがバティキュレートフィルタ10に堆積する領域であるかを判定するバティキュレート堆積判定手段30cがECU30上に実現されている。そして、内燃機関の運転により発生する排気熱の温

度を検出する温度センサ10dと、パティキュレートフィルタの上流側の排気通路中におけるスモーク排出量を検出するスモークセンサ10eとを備えている。これらセンサは、ECU30に接続されている。ECU30上には、温度センサ10dから検出された排気温度から排気ガス中で燃焼するスモーク燃焼量を算出するスモーク燃焼量算定手段30eが実現されている。

【0048】パティキュレート堆積判定手段30cは、スモーク燃焼量算定手段30eにより算出されたスモーク燃焼量とスモークセンサ10eで検出したスモーク排出量とを比較して、スモーク燃焼量よりスモーク排出量が多いときにパティキュレートが堆積する場合であると判定する。他の構成は、実施例1と同様であるため、その説明を省略する。

【0049】<実施例4>ここでは、図8に示したように、噴射弁12aとポンプ12bとを備え、添加剤をポンプ12bで汲み上げて噴射弁12aから噴射して供給するための添加剤供給装置12をシリンダに設け、上記した各実施例のように、パティキュレート堆積判定手段30cによりパティキュラーマターがパティキュレートフィルタ10に堆積する領域であると判定された場合、内燃機関の燃焼後期に添加剤をシリンダ内に直接噴射する。

【0050】このようにすると、燃焼後期にパティキュレートの酸化が進み、内燃機関から排出されるパティキュレートの量が減少するだけでなく、パティキュレートフィルタでのパティキュレート燃焼性も向上するので、パティキュレートフィルタの圧損上昇を抑制できる。なお、2aは燃料噴射弁である。

【0051】<実施例5>ここでは、図9に示したように、燃料タンク2bから燃料ポンプ2cにより燃料噴射弁2aを介してシリンダ内に燃料を供給する燃料噴射系に、添加剤をポンプ12bにて供給するようにしたもので、内燃機関の回転数、トルク等の情報から実施例1のように、あるいは、実施例2又は3のような方法でパティキュレート堆積判定手段によりパティキュラーマターがパティキュレートフィルタ10に堆積する領域であると判定された場合、燃料ポンプと添加剤添加用のポンプ12bとの間に設けた電磁制御弁12cを開いて燃料に添加剤を混合し、燃料噴射弁2aからシリンダ内に噴射するようにした例である。

【0052】このように、燃料中に添加剤を添加すると、パティキュレートの酸化性が向上するので、内燃機関から排出されるパティキュレートの量が減少する。また、パティキュレートフィルタでのパティキュレート燃焼性も向上するので、パティキュレートフィルタの圧損上昇を抑制できる。

【0053】<実施例6>ここでは、図10に示したように、噴射弁12aとポンプ12bとを備え、添加剤をポンプ12bで汲み上げて噴射弁12aから噴射して供

給するための添加剤供給装置12を吸気管4に設け、上記した各実施例のように、パティキュレート堆積判定手段10cによりパティキュラーマターがパティキュレートフィルタ10に堆積する領域であると判定された場合、添加剤を吸気管内に噴射する。

【0054】その効果は、実施例5と同様である。すなわち、吸気管内に添加剤を噴射すると、添加剤を含む新気に燃料が噴射されるので、燃料が燃料中に添加剤を添加した場合と同様、発生するパティキュレートの酸化性が向上するので、内燃機関から排出されるパティキュレートの量が減少する。また、パティキュレートフィルタでのパティキュレート燃焼性も向上するので、パティキュレートフィルタの圧損上昇を抑制できる。

【0055】<実施例7> 本発明は、燃焼室内の不活性ガス量を増大していくと煤の発生量が次第に増大してピークに達し、燃焼室内の不活性ガス量を更に増大していくと燃焼室内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温が煤の生成温度よりも低くなつて煤がほとんど発生しなくなる低温燃焼状態となる内燃機関に適用すると好適である。

【0056】このような内燃機関において、排気ガスの空燃比を制御する空燃比制御手段を備え、低温燃焼時の低排気温度時には、前記空燃比制御手段により排気ガスの空燃比をリッチにするリッチスパイク制御を行い、それよりも高い排気温度時には、前記添加剤供給装置により添加剤を添加する。すなわち、図5のマップにおけるリッチスパイク可能領域が前者であり、パティキュレート堆積領域が後者となる。

【0057】内燃機関の燃焼室内の不活性ガス量を増大していくと煤の発生量が次第に増大してピークに達し、燃焼室内の不活性ガス量を更に増大していくと燃焼室内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温が煤の生成温度よりも低くなつて煤がほとんど発生しなくなる。この状態を低温燃焼状態というが、このような低温燃焼状態を実現する好的な実施形態としては、内燃機関の燃焼室から排出された排気ガスを機関吸気通路内に再循環させる再循環装置、すなわちEGR装置を例示できる。

【0058】そのようなEGR装置を備えた内燃機関の例を図11に示す。図11は4ストローク圧縮着火式内燃機関を示している。図11を参考すると、1は機関本体、102はシリンダブロック、103はシリンダヘッド、104はピストン、105は燃焼室、106は電気制御式燃料噴射弁、107は吸気弁、108は吸気ポート、109は排気弁、110は排気ポートを夫々示す。吸気ポート108は対応する吸気枝管111を介してサージタンク112に連結され、サージタンク112は吸気ダクト113を介してエアクリーナ114に連結される。吸気ダクト113内には電気モータ115により駆動されるスロットル弁116が配置される。一方、排気ポート110は排気マニホールド117および排気管11

8を介してパティキュレートフィルタ119に連結され、パティキュレートフィルタ119の下流にはNO<sub>x</sub>吸収剤120が配置される。

【0059】図11に示されるように排気マニホールド117内には空燃比センサ121が配置される。排気マニホールド117とサージタンク112とはEGR通路122を介して互いに連結され、EGR通路122内には電気制御式EGR制御弁123が配置される。また、EGR通路122周囲にはEGR通路122内を流れるEGRガスを冷却するための冷却装置124が配置される。図11に示される実施例では機関冷却水が冷却装置124内に導びかれ、機関冷却水によってEGRガスが冷却される。

【0060】一方、各燃料噴射弁106は燃料供給管125を介して燃料リザーバ、いわゆるコモンレール126に連結される。このコモンレール126内へは電気制御式の吐出量可変な燃料ポンプ127から燃料が供給され、コモンレール126内に供給された燃料は各燃料供給管125を介して燃料噴射弁106に供給される。コモンレール126にはコモンレール126内の燃料圧を検出するための燃料圧センサ128が取付けられ、燃料圧センサ128の出力信号に基づいてコモンレール126内の燃料圧が目標燃料圧となるように燃料ポンプ127の吐出量が制御される。

【0061】電子制御ユニット130はデジタルコンピュータからなり、双向性バス131によって互いに接続されたROM(リードオンリーメモリ)132、RAM(ランダムアクセスメモリ)133、CPU(マイクロプロセッサ)134、入力ポート135および出力ポート136を具備する。空燃比センサ121の出力信号は対応するAD変換器137を介して入力ポート135に入力され、燃料圧センサ128の出力信号も対応するAD変換器137を介して入力ポート135に入力される。アクセルペダル140にはアクセルペダル140の踏込み量Lに比例した出力電圧を発生する負荷センサ141が接続され、負荷センサ141の出力電圧は対応するAD変換器137を介して入力ポート135に入力される。また、入力ポート135にはクランクシャフトが例えば30°回転する毎に出力バルスを発生するクランク角センサ142が接続される。一方、出力ポート136は対応する駆動回路138を介して燃料噴射弁106、電気モータ115、EGR制御弁123および燃料ポンプ127に接続される。

【0062】図12は機関低負荷運転時においてスロットル弁116の開度およびEGR率を変化させることにより空燃比A/F(図12の横軸)を変化させたときの出力トルクの変化、およびスモーク、HC、CO、NO<sub>x</sub>の排出量の変化を示す実験例を表している。図12からわかるようにこの実験例では空燃比A/Fが小さくなるほどEGR率が大きくなり、理論空燃比(≈14.

6)以下のときにはEGR率は65パーセント以上となっている。

【0063】図12に示されるようにEGR率を増大することにより空燃比A/Fを小さくしていくとEGR率が40パーセント付近となり空燃比A/Fが30程度になったときにスモークの発生量が増大を開始する。次いで、更にEGR率を高め、空燃比A/Fを小さくするとスモークの発生量が急激に増大してピークに達する。次いで更にEGR率を高め、空燃比A/Fを小さくすると今度はスモークが急激に低下し、EGR率を65パーセント以上とし、空燃比A/Fが15.0付近になるとスモークがほぼ零となる。即ち、煤がほとんど発生しなくなる。このとき機関の出力トルクは若干低下し、またNO<sub>x</sub>の発生量がかなり低くなる。一方、このときHC、COの発生量は増大し始める。

【0064】図13(A)は空燃比A/Fが18付近でスモークの発生量が最も多いときの燃焼室5内の燃焼圧変化を示しており、図13(B)は空燃比A/Fが13付近でスモークの発生量がほぼ零のときの燃焼室5内の燃焼圧の変化を示している。図13(A)と図13(B)とを比較すればわかるようにスモークの発生量がほぼ零である図13(B)に示す場合はスモークの発生量が多い図13(A)に示す場合に比べて燃焼圧が低いことがわかる。

【0065】図12および図13に示される実験結果から次のことが言える。即ち、まず第1に空燃比A/Fが15.0以下でスモークの発生量がほぼ零のときには図12に示されるようにNO<sub>x</sub>の発生量がかなり低下する。NO<sub>x</sub>の発生量が低下したということは燃焼室105内の燃焼温度が低下していることを意味しており、従って煤がほとんど発生しないときには燃焼室105内の燃焼温度が低くなっていると言える。同じことが図13からも言える。即ち、煤がほとんど発生していない図13(B)に示す状態では燃焼圧が低くなっている、従ってこのとき燃焼室105内の燃焼温度は低くなっていることになる。

【0066】第2にスモークの発生量、即ち煤の発生量がほぼ零になると図12に示されるようにHCおよびCOの排出量が増大する。このことは炭化水素が煤まで成長せずに排出されることを意味している。即ち、燃料中に含まれる図14に示されるような直鎖状炭化水素や芳香族炭化水素は酸素不足の状態で温度上昇せしめられると熱分解して煤の前駆体が形成され、次いで主に炭素原子が集合した固体からなる煤が生成される。この場合、実際の煤の生成過程は複雑であり、煤の前駆体がどのような形態をとるかは明確ではないがいずれにしても図14に示されるような炭化水素は煤の前駆体を経て煤まで成長することになる。従って、上述したように煤の発生量がほぼ零になると図12に示される如くHCおよびCOの排出量が増大するがこのときのHCは煤の前駆体又

はその前の状態の炭化水素である。図12および図13に示される実験結果に基づくこれらの考察をまとめると燃焼室105内の燃焼温度が低いときには煤の発生量がほぼ零になり、このとき煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素が燃焼室105から排出されることになる。このことについて更に詳細に実験研究を重ねた結果、燃焼室105内における燃料およびその周囲のガス温度が或る温度以下である場合には煤の成長過程が途中で停止してしまい、即ち煤が全く発生せず、燃焼室105内における燃料およびその周囲の温度が或る温度以上になると煤が生成されることが判明したのである。

【0067】ところで煤の前駆体の状態で炭化水素の生成過程が停止するときの燃料およびその周囲の温度、即ち上述の或る温度は燃料の種類や空燃比や圧縮比等の種々の要因によって変化するので何度であるかということは言えないがこの或る温度はNO<sub>x</sub>の発生量と深い関係を有しており、従ってこの或る温度はNO<sub>x</sub>の発生量から或る程度規定することができる。即ち、EGR率が増大するほど燃焼時の燃料およびその周囲のガス温度は低下し、NO<sub>x</sub>の発生量が低下する。このときNO<sub>x</sub>の発生量が10p.p.m前後又はそれ以下になったときに煤がほとんど発生しなくなる。従って上述の或る温度はNO<sub>x</sub>の発生量が10p.p.m前後又はそれ以下になったときの温度にはほぼ一致する。

【0068】一旦、煤が生成されるとこの煤は酸化機能を有する触媒を用いた後処理でもって浄化することはできない。これに対して煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素は酸化機能を有する触媒を用いた後処理でもって容易に浄化することができる。このように酸化機能を有する触媒による後処理を考えると炭化水素を煤の前駆体又はその前の状態で燃焼室105から排出させるか、或いは煤の形で燃焼室105から排出させるかについては極めて大きな差がある。

【0069】さて、煤が生成される前の状態で炭化水素の成長を停止させるには燃焼室5内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に抑制する必要がある。この場合、燃料およびその周囲のガス温度を抑制するには燃料が燃焼した際の燃料周りのガスの吸熱作用が極めて大きく影響することが判明している。

【0070】即ち、燃料周りに空気しか存在しないと蒸発した燃料はただちに空気中の酸素と反応して燃焼する。この場合、燃料から離れている空気の温度はさほど上昇せず、燃料周りの温度のみが局所的に極めて高くなる。即ち、このときには燃料から離れている空気は燃料の燃焼熱の吸熱作用をほとんど行わない。この場合には燃焼温度が局所的に極めて高くなるために、この燃焼熱を受けた未燃炭化水素は煤を生成することになる。

【0071】一方、多量の不活性ガスと少量の空気の混合ガス中に燃料が存在する場合には若干状況が異なる。

この場合には蒸発燃料は周囲に拡散して不活性ガス中に混在する酸素と反応し、燃焼することになる。この場合には燃焼熱は周囲の不活性ガスに吸収されるために燃焼温度はさほど上昇しなくなる。即ち、燃焼温度を低く抑えることができることになる。即ち、燃焼温度を抑制するには不活性ガスの存在が重要な役割を果しており、不活性ガスの吸熱作用によって燃焼温度を低く抑えることができるうことになる。

【0072】この場合、燃料およびその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に抑制するにはそうするに十分な熱量を吸収しうるだけの不活性ガス量が必要となる。従って燃料量が増大すれば必要となる不活性ガス量はそれに伴なって増大することになる。なお、この場合、不活性ガスの比熱が大きいほど吸熱作用は強力となり、従って不活性ガスは比熱の大きなガスが好ましいことになる。この点、CO<sub>2</sub>やEGRガスは比較的比熱が大きいので不活性ガスとしてEGRガスを用いることは好ましいと言える。

【0073】図15は不活性ガスとしてEGRガスを用い、EGRガスの冷却度合を変えたときのEGR率とスモークとの関係を示している。即ち、図15において曲線AはEGRガスを強力に冷却してEGRガス温をほぼ90°Cに維持した場合を示しており、曲線Bは小型の冷却装置でEGRガスを冷却した場合を示しており、曲線CはEGRガスを強制的に冷却していない場合を示している。

【0074】図15の曲線Aで示されるようにEGRガスを強力に冷却した場合にはEGR率が50パーセントよりも少し低いところで煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ55パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。一方、図15の曲線Bで示されるようにEGRガスを少し冷却した場合にはEGR率が50パーセントよりも少し高いところで煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ65パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。

【0075】また、図15の曲線Cで示されるようにEGRガスを強制的に冷却していない場合にはEGR率が55パーセントの付近で煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ70パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。なお、図15は機関負荷が比較的高いときのスモークの発生量を示しており、機関負荷が小さくなると煤の発生量がピークとなるEGR率は若干低下し、煤がほとんど発生しなくなるEGR率の下限も若干低下する。このように煤がほとんど発生しなくなるEGR率の下限はEGRガスの冷却度合や機関負荷に応じて変化する。

【0076】本発明は、このようなEGRによって、低温燃焼可能な内燃機関において、最も好的に適用される。このような内燃機関では、特に図5で示される領域が顕著に現れるからである。

【0077】このような実施例7に示した内燃機関では特に、図5で示したパティキュレート堆積領域において、排気温度が低い上に、EGRによる低温燃焼が実現できないので、パティキュレートがパティキュレートフィルタに堆積してしまうので、実施例1から6に示した具体的な技術を適用することで、パティキュレートを燃焼せしめることができる。

## 【0078】

【発明の効果】本発明によれば、パティキュレートフィルタの再生にあたり、アルカリ金属元素あるいはアルカリ土類金属元素を含む添加剤を添加するので、低温状態でもパティキュレートフィルタに堆積したパティキュレートを燃焼させることができる。

【0079】そして、パティキュレートフィルタにパティキュレートが堆積する場合か否かを判定するパティキュレート堆積判定手段によりパティキュレートが堆積する場合であると判断したとき、前記添加剤を添加するので、添加剤を効果的に使用でき、無駄に消費することができない。

【0080】さらに、内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段を備えるとともに、排気ガスの空燃比を制御する空燃比制御手段を備え、運転状態検出手段により検出した内燃機関の運転状態に応じて、再生処理の手法を変えることで、運転状態に応じた適切なパティキュレートフィルタの再生処理を行うことができる。

【0081】内燃機関の燃焼後期（膨張行程後半）に添加剤を添加するようにしたり、あるいは、内燃機関の燃料中に添加剤を添加することで、パティキュレートの酸化性が向上するので、内燃機関から排出されるパティキュレートの量が減少する。同時にパティキュレートフィルタでのパティキュレート燃焼性も向上するので、パティキュレートフィルタの圧損上昇を抑制できる。

【0082】本発明は、燃焼室の不活性ガス量を増大していくと煤の発生量が次第に増大してピークに達し、燃焼室の不活性ガス量を更に増大していくと燃焼室内における燃焼時の燃料およびその周囲のガス温が煤の生成温度よりも低くなってしまい、煤がほとんど発生しなくなる低温燃焼状態となる内燃機関に適用することで、このような内燃機関におけるパティキュレートフィルタの再生処

理をより好的に行うことができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す図である。

【図2】パティキュレートフィルタ10の拡大断面図である。

【図3】NO<sub>x</sub>の吸放出作用を説明するための図である。

【図4】図1の実施例のNO<sub>x</sub>吸収剤の再生とパティキュレートフィルタの再生操作を示すフローチャートである。

【図5】パティキュレート堆積領域を示す図である。

【図6】本発明の第2の実施例を示す図である。

【図7】本発明の第3の実施例を示す図である。

【図8】本発明の第4の実施例を示す図である。

【図9】本発明の第5の実施例を示す図である。

【図10】本発明の第6の実施例を示す図である。

【図11】圧縮着火式内燃機関の全体図である。

【図12】スモークおよびNO<sub>x</sub>の発生量等を示す図である。

【図13】燃焼圧を示す図である。

【図14】燃料分子を示す図である。

【図15】スモークの発生量とEGR率との関係を示す図である。

## 【符号の説明】

2…ディーゼルエンジン

6…排気通路

8…吸気絞り弁

9…排気切換弁

10 (119)…パティキュレートフィルタ

10d…温度センサ

10e…スモークセンサ

12…添加剤供給装置

26…NO<sub>x</sub>吸収剤

30 (130)…ECU (電子制御ユニット)

30a…空燃比制御手段

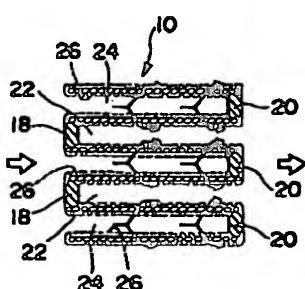
30b…運転状態検出手段

30c…パティキュレート堆積判定手段

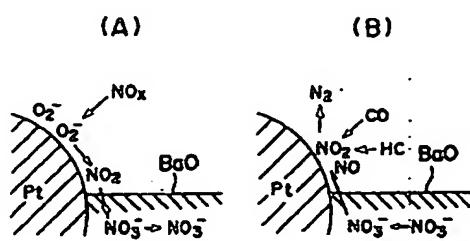
30d…差圧検出手段

30e…スモーク燃焼量算定手段

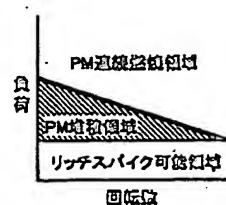
【図2】



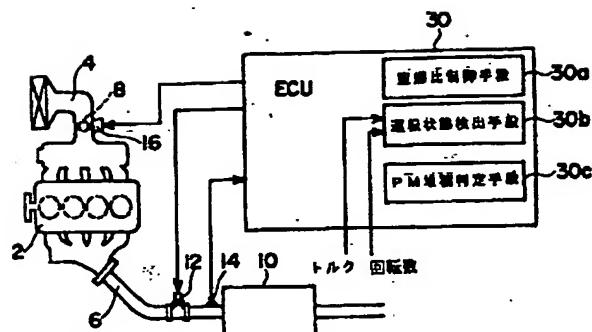
【図3】



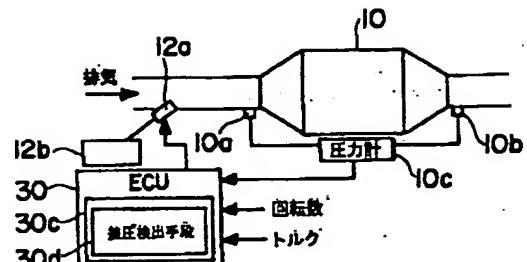
【図5】



【図1】

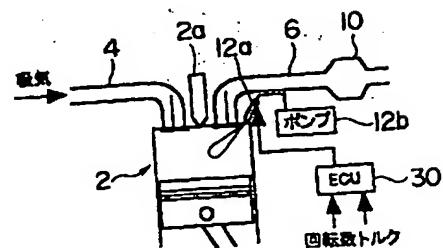
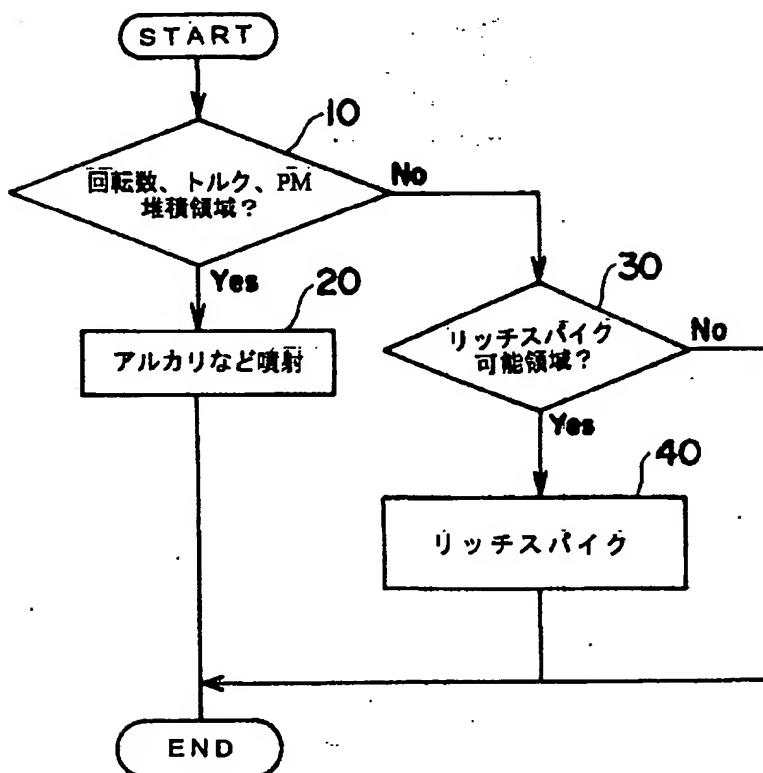


【図6】

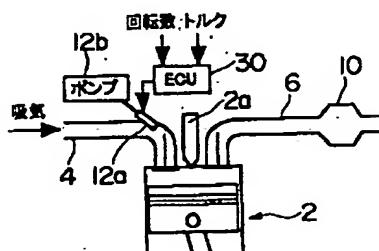


【図8】

【図4】

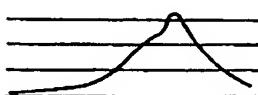


【図10】

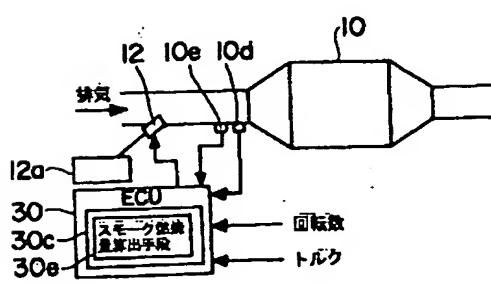


【図13】

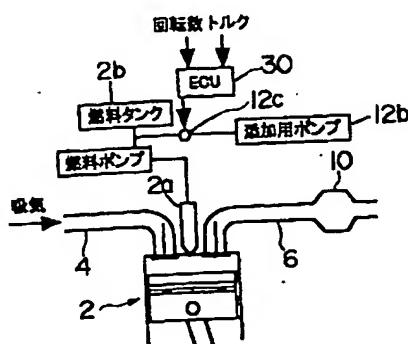
(A)



【図7】



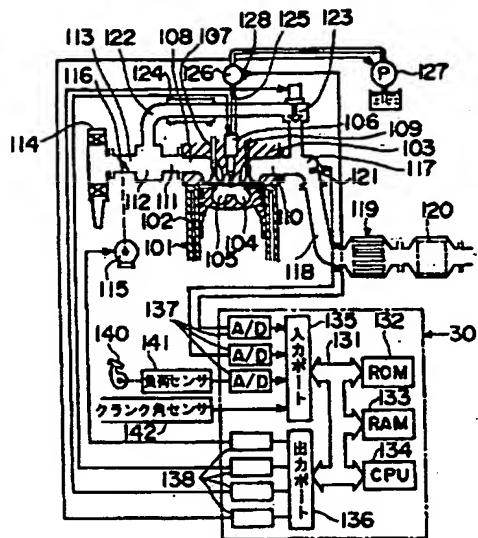
【図9】



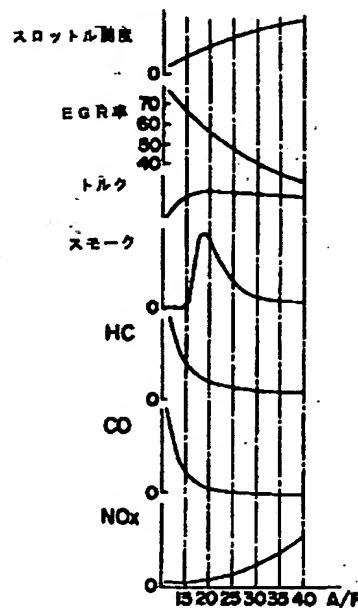
(B)



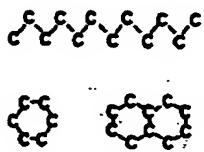
【図11】



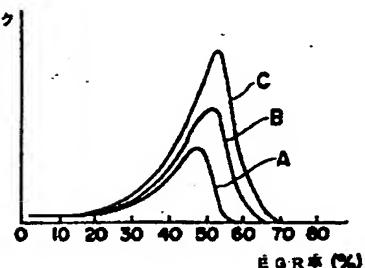
【図12】



【図14】



【図15】



## フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	アコード (参考)
F 0 2 D 43/00	3 0 1	F 0 2 D 43/00	3 0 1 E
45/00	3 1 2	45/00	3 0 1 N
			3 0 1 T
			3 1 2 R

(72)発明者 伊藤 和浩  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(13) 01-200715 (P2001-2048

Fターム(参考) 3G084 AA01 BA13 BA15 BA20 BA24  
CA03 DA10 FA18 FA27 FA28  
FA33  
3G090 AA03 BA01 DA04 DA09 DA12  
DA18 DA20 EA01 EA04 EA06  
3G092 AA02 AA06 AA08 AA17 AB03  
BA01 BB01 DC01 DC08 DC14  
DE02S DE03S DE05S EA05  
EA21 EC09 FA18 GA05 HD01Z  
HD04Z HD08Z HE01Z HE06Z  
3G301 HA02 HA13 JA21 LA01 LB05  
MA11 MA19 NC02 NE07 NE13  
PD01Z PD11Z PE01Z